

(4)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-126094

(43) 公開日 平成7年(1995)5月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 15/00		Z		
27/02				
29/06	5 0 2 K	8216-4G		
// H 0 1 L 21/208	P			

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全4頁)

(21) 出願番号 特願平5-266768

(22) 出願日 平成5年(1993)10月26日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233505

日立東京エレクトロニクス株式会社

東京都青梅市藤橋3丁目3番地の2

(72) 発明者 鈴木 計弥

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株

式会社日立製作所半導体事業部内

(72) 発明者 松尾 博臣

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株

式会社日立製作所半導体事業部内

(74) 代理人 弁理士 筒井 大和

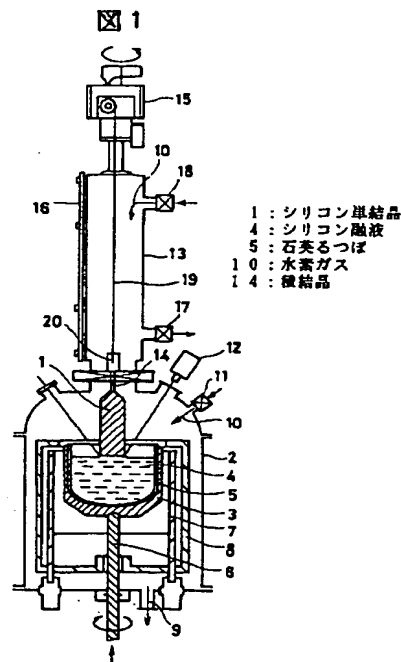
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シリコン単結晶製造装置

(57) 【要約】

【目的】 単結晶シリコン製造時における高速の引上げ速度を維持しつつ、同時にゲート酸化膜の耐圧強度を確保できるシリコン単結晶製造装置を提供する。

【構成】 石英るつぼ5の中のシリコン融液4に種結晶14を浸し、これを引き上げてシリコン単結晶1を成長させる、チョクラスキー法によるシリコン単結晶製造装置であって、キャリアガスとして水素ガス10を使用するものである。この装置によれば、シリコン単結晶1の製造が水素ガス雰囲気中で行われるので、製造と同時にゲート酸化膜の耐圧強度を確保するためのアニール処理をすることができる。したがって、引上げ後においての新たなプロセスを追加することなく、形成されたデバイスのゲート酸化膜の耐圧強度を確保することができ、また、引上げ速度を低下させることがないので、生産効率も悪化しない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 石英るつぼの中のシリコン融液に種結晶を浸し、前記種結晶と前記石英るつぼとを回転させながら前記種結晶を引き上げてシリコン単結晶を成長させるチョクラルスキー法によるシリコン単結晶製造装置であって、前記シリコン単結晶の成長段階において用いられるキャリアガスとして水素ガスが使用されることを特徴とするシリコン単結晶製造装置。

【請求項2】 前記水素ガスを供給するガス供給口は、引上げ炉と結晶取出し部とに設けられていることを特徴とする請求項1記載のシリコン単結晶製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、シリコン多結晶を融解して種結晶を浸し、これを引き上げてシリコン単結晶を成長させるCZ法（チョクラルスキー法）によるシリコン単結晶製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】シリコン単結晶の製造装置には、FZ法（フローティングゾーン法）やCZ法（チョクラルスキー法）が用いられたものなどがあるが、半導体集積回路装置に使用される電気抵抗の低いシリコンウェハを製造する場合には、CZ法が用いられた装置が使用されている。ここでCZ法とは、石英るつぼの中でシリコン多結晶を融解して種結晶を浸し、この種結晶とるつぼとを回転させながら引き上げて、シリコン単結晶を成長させる方法である。

【0003】そして、単結晶シリコンの引き上げは、シリコン融液の表面から蒸発するSiO₂を除去するために、アルゴンをキャリアガスとして減圧アルゴン雰囲気中（1000～2000Pa）で行われている。また、生産効率を上げるために、平均1.0mm/minという比較的高速の引上げ速度で行われている。

【0004】このようなもとに製造される単結晶シリコンであるが、今日、デバイスの高集積化に伴ってゲート酸化膜の薄膜化が進み、その結果、このゲート酸化膜にかかる電界が相対的に増大することから、酸化膜耐圧強度の向上が重要な課題になっている。酸化膜の耐圧特性劣化の原因は、異物、表面の微視的な平滑度、アルカリイオンや重金属による汚染などのように主としてウェハの加工プロセスに起因するものと、シリコン単結晶の結晶構造、すなわちバルク特性に起因するものとに分けられる。

【0005】この中でバルク特性については、単結晶シリコン引上げ時における引上げ速度が密接に関連しており、引上げ速度が遅いほどゲート酸化膜の耐圧強度が向上することが知られている。具体的には、バルク積層欠陥との関係から、約0.4mm/min以下の引上げ速度で引き上げた場合に結晶について著しい改善がみられ、酸化膜耐圧強度が向上する。

【0006】しかし、前記したように、現状の量産プロセスにおいては、引上げ速度の低下は生産効率の悪化に直結するものであるために、引上げ速度は約1.0mm/minとし、引上げ後のシリコンインゴットあるいはスライスされた半導体ウェハを約1300℃以上の高温で熱処理する溶体化処理、あるいは水素ガス雰囲気中でのウェハ熱処理などの事後的処理によってゲート酸化膜の耐圧強度の改善が図られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このようなデバイスのゲート酸化膜の耐圧強度改善策は、いずれも一連のウェハ製造プロセスに新たな工程を追加することを意味し、製造コストがアップすることになる。

【0008】そこで、本発明の目的は、単結晶シリコン製造時における高速の引上げ速度を維持しつつ、引上げ後に事後的処理を施すことなくゲート酸化膜の耐圧強度を確保できるシリコン単結晶の製造に関する技術を提供することにある。

【0009】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面から明らかになるであろう。

【0010】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を説明すれば、次の通りである。

【0011】すなわち、本発明のシリコン単結晶製造装置はCZ法によるシリコン単結晶製造装置、つまり、石英るつぼの中のシリコン融液に種結晶を浸し、種結晶と石英るつぼとを回転させながら種結晶を引き上げてシリコン単結晶を成長させるシリコン単結晶製造装置であって、このシリコン単結晶の成長段階において用いられるキャリアガスとして水素ガスが使用されているものである。

【0012】

【作用】上記のようなシリコン単結晶製造装置によれば、シリコン単結晶の製造が水素ガス雰囲気中で行われるので、シリコン単結晶の成長段階において、同時にゲート酸化膜の耐圧強度を確保するためのアニール処理がなされることになる。したがって、引上げ後においての新たなプロセスを追加することなく、形成されたデバイスのゲート酸化膜の耐圧強度を確保することが可能になる。

【0013】また、単結晶シリコンの製造時における引上げ速度を低下させることなく上記アニール処理が可能なので、生産効率を悪化させることもない。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を、図面に基づいてさらに詳細に説明する。

【0015】図1は本発明の一実施例であるシリコン単結晶製造装置を示す断面図である。

【0016】本シリコン単結晶製造装置はCZ法によりシリコン単結晶1を製造するもので、下方に位置する引上げ炉2内の中央部には、高温での変形を支える黒鉛るつぼ3に包囲され、内部に多結晶のシリコン融液4が収容された石英るつぼ5が位置している。黒鉛るつぼ3の底面には回転機構に加えて上昇機構をも有するロッド6が接続され、シリコン単結晶1の成長段階においてシリコン融液4の液面を一定位置に保ち液面付近の温度分布を変化させないようにしている。

【0017】黒鉛るつぼ3の外周には、シリコン融液4を加熱して一定温度に保つための黒鉛ヒータ7、および、この黒鉛ヒータ7の熱が外部へ発散することを防止するための遮蔽板8が配置されている。

【0018】引上げ炉2の上部には、シリコン融液4の表面から蒸発するSiOを排気口9から有効に排出するためのキャリアガスとして、水素ガス10を供給するガス供給口11が開設され、また、シリコン単結晶1が液面をつり上げてつくるメニスカス部からの光の位置移動を直径の増減として光学的に検出し、成長するシリコン単結晶1の直径を一定に制御する光センサ12が設けられている。

【0019】引上げ炉2の上方には、この引上げ炉2に開口して結晶取出し部13が、さらにその上方には、種結晶14を回転させながら引き上げるワイヤ巻取り装置15が設けられている。

【0020】結晶取出し部13には、引き上げられたシリコン単結晶1を側方から取り出すための開閉扉16が設けられ、また、前記引上げ炉2と同様に、シリコン単結晶1からのSiOを有効に排気口17から排出するための水素ガス10を供給するガス供給口18が開設されている。したがって、本実施例においては、シリコン単結晶1の製造は水素ガス雰囲気中において行われるようになっている。

【0021】ワイヤ巻取り装置15は、ワイヤ19によってシリコン融液4に対して垂直に設けられた種結晶ホルダ20に保持された種結晶14を多結晶のシリコン融液4の中に浸し、これを回転させながら、たとえば約1.0mm/minの速度で引き上げるもので、これによって種結晶14に続いてシリコン単結晶1が成長するものである。

【0022】このように、本実施例のシリコン単結晶製造装置においては、前記のように、SiOを排出するためのキャリアガスとして水素ガス10が用いられ、シリコン単結晶1の製造が水素ガス雰囲気中で行われるので、シリコン単結晶1の成長段階において、同時にゲート酸化膜の耐圧強度を確保するためのアニール処理がなされることになる。

【0023】したがって、引上げ後において、シリコンインゴットあるいはスライスされた半導体ウエハを溶体化処理をしたり、あるいは水素ガス雰囲気中で熱処理を

するといった新たなプロセスを追加することなく、形成されたデバイスのゲート酸化膜の耐圧強度を確保することが可能になる。

【0024】これについて詳述すると、本実施例のシリコン単結晶製造装置で製造されたシリコン単結晶1による半導体チップに形成されたデバイスの酸化膜耐圧良品取得率、すなわち、半導体チップベースでの耐圧破壊強度が8MV/cm以上の発生率が80%以上である半導体ウエハが取得される割合は、本発明者等の実験によれば50~70%であった。一方、従来のシリコン単結晶製造装置で製造されたシリコン単結晶（溶体化処理などの事後的処理を施す前の状態のもの）における酸化膜耐圧良品取得率は10~20%である。

【0025】したがって、形成されたデバイスにおけるゲート酸化膜の耐圧強度の確保について顕著な効果があることが確認される。

【0026】さらに、本実施例のシリコン単結晶製造装置によれば、単結晶シリコン1の製造時における引上げ速度を低下させることなく、たとえば約1.0mm/minという高速で引き上げつつ上記アニール処理が可能なので、生産効率を悪化させることもない。

【0027】以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【0028】たとえば、本実施例のシリコン単結晶製造装置においては、効率よくアニール処理をするために、水素ガス10を供給するガス供給口11、18を引上げ炉2の上部と結晶取出し部13の計2カ所に設けているが、たとえば一方のみに設けることや、3カ所以上に設けることも可能である。したがって、シリコン単結晶1の製造が水素ガス雰囲気中において行われるようにされている限り、水素ガス10は種々の方法で供給することができる。

【0029】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば下記の通りである。

【0030】(1).すなわち、本発明のシリコン単結晶製造装置によれば、シリコン単結晶の製造が水素ガス雰囲気中で行われるので、シリコン単結晶の成長段階において、これと並行してゲート酸化膜の耐圧強度を確保するためのアニール処理がなされることになる。

【0031】(2).したがって、引上げ後においての新たなプロセスを追加することなく、形成されたデバイスのゲート酸化膜の耐圧強度を確保することが可能になるので、製造コストがアップすることなく、より量産プロセスに適した製造装置とすることができる。

【0032】(3).また、上記のアニール処理は、単結晶シリコンの製造時における引上げ速度を高速に維持した

10

20

30

40

50

ままで行えるので、引上げ速度の低下による生産効率の悪化を来すこともない。

【図面の簡単な説明】

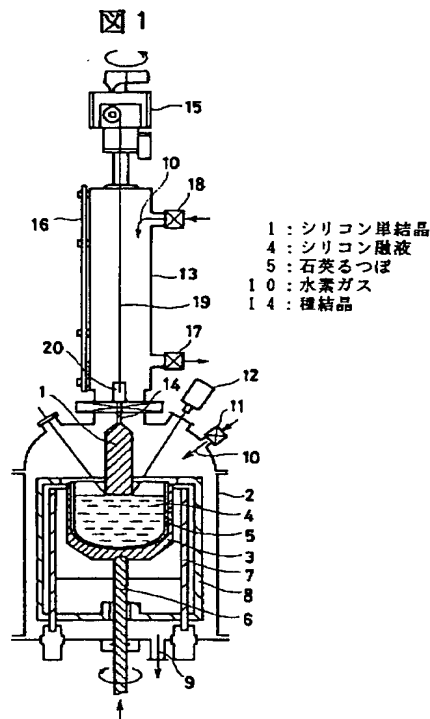
【図1】本発明の実施例1によるシリコン単結晶製造装置を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 シリコン単結晶
- 2 引上げ炉
- 3 黒鉛るつぼ
- 4 シリコン融液
- 5 石英るつぼ
- 6 ロッド
- 7 黒鉛ヒータ

- * 8 遮蔽板
- 9 排気口
- 10 水素ガス
- 11 ガス供給口
- 12 光センサ
- 13 結晶取出し部
- 14 種結晶
- 15 ワイヤ巻取り装置
- 16 開閉扉
- 10 17 排気口
- 18 ガス供給口
- 19 ワイヤ
- * 20 種結晶ホルダ

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 藤田 正人
東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株
式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 安吉 啓一
東京都青梅市藤橋3丁目3番地2 日立東
京エレクトロニクス株式会社内